

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-52309

(P2001-52309A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコード(参考)

**G 1 1 B. 5/31**

**G 1 1 B 5/31**

**D 5D033**

F

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-223813

(22)出願日 平成11年8月6日(1999.8.6)

(71)出國人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72)発明者 佐藤 清

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74)代理人 100085453

弁理士 野▲崎▼ 照夫

Fターム(参考) 5D033 BA07 BA13 BA21 BA36 BA42

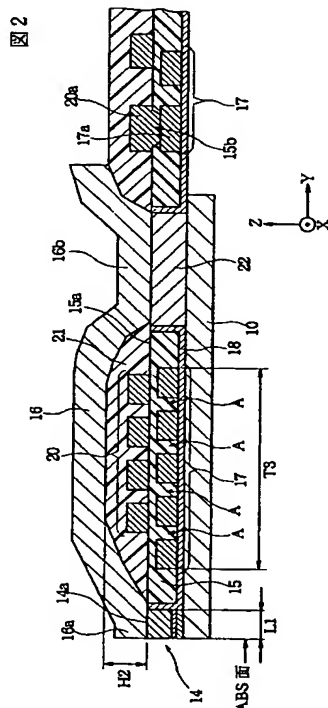
CA05 DA03 DA04 DA07 DA08

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来における薄膜磁気ヘッドでは、狭トラック化を実現できても、磁路長を短くしてインダクタンスのより適切な低減を図ることができなかった。

【解決手段】 第１層目となるコイル層１７を、トラック幅規制部１４の後方であって、前記トラック幅規制部１４の接合面１４aよりも下部コア層１０側に位置するように形成しているので、コイル層を２層構造にして、コイル層１７の幅を小さくできると同時に、下部コア層１０上から第２のコイル層２０を覆う絶縁層２１までの高さを小さくでき、短磁路化を図り、インダクタンスを低減させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との対向面で前記下部コア層と上部コア層との間に位置し且つトラック幅方向の寸法が規制されたトラック幅規制部とを有し、

前記トラック幅規制部には、下部コア層に連続する下部磁極層と上部コア層と連続する上部磁極層との少なくとも一方と、前記各磁極層の間またはいずれか一方の前記コア層と前記いずれかの磁極層とを磁氣的に絶縁するギャップ層とを有し、

前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面を基準平面としたときに、

前記下部コア層と前記上部コア層に記録磁界を誘導するコイル層が、前記トラック幅規制部よりもハイト方向の後方に位置し、且つコイル層の上面が前記基準平面よりも下部コア層側に位置し、前記基準平面と前記下部コア層との間に絶縁層が設けられ、前記コイル層が前記絶縁層の内部に埋め込まれ、

前記上部コア層が、トラック幅規制部の上面から前記絶縁層上にかけて形成され、前記上部コア層の基端部が下部コア層上に磁氣的に接続されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記絶縁層が、無機絶縁層である請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記絶縁層が、コイル層を構成する各導体部のピッチ間に位置する有機絶縁層と、前記ピッチ間以外の領域を埋める無機絶縁層とで構成されている請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記コイル層の上を覆う絶縁層が、前記基準平面と同一面とされている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電氣的に接続された第 2 のコイル層が形成され、この第 2 のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層が形成される請求項 4 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記ギャップ層は、メッキ形成可能な非磁性金属材料で形成されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記非磁性金属材料は、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Cr のうち 1 種または 2 種以上から選択されたものである請求項 6 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 (a) 下部コア層上に、下部磁極層と非磁性のギャップ層と上部磁極層から成るトラック幅規制部、または前記下部磁極層と非磁性のギャップ層から成るトラック幅規制部、あるいは非磁性のギャップ層と上部磁極層からなるトラック幅規制部を、所定の幅寸法で且つ記録媒体との対向面からハイト方向へ向けて所定の長さに形成する工程と、

(b) 前記いずれかのトラック幅規制部のハイト側後方で、前記下部コア層上に、絶縁下地層を形成し、この絶縁下地層の上にコイル層を形成し、このときの前記コイル層は、その上面が、前記トラック幅規制部の上面よりも下部コア層側に位置するように形成する工程と、

(c) 前記トラック幅規制部および前記コイル層を覆うようにして絶縁層を形成する工程と、

(d) 前記絶縁層の上面を、トラック幅規制部の上面と同一面となるように平坦化する工程と、

(e) 前記トラック幅規制部の上から前記絶縁層の上にかけて上部コア層を形成する工程と、

を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記 (c) の工程での絶縁層として無機絶縁層を形成し、前記 (d) の工程で、前記トラック幅規制部と前記無機絶縁層とが同一面となるように研磨する請求項 8 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記 (c) の工程では、前記コイル層の各導体部のピッチ間を有機絶縁層で埋め、さらに前記有機絶縁層およびコイル層の上に無機絶縁層を形成し、前記 (d) の工程で、前記トラック幅規制部と前記無機絶縁層とが同一面となるように研磨する請求項 8 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 前記 (d) の工程の後に以下の (f) の工程を含む請求項 8 ないし 10 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。(f) 前記平坦化された絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電氣的に接続される第 2 のコイル層を形成する工程、

【請求項 12】 前記 (a) の工程では、前記ギャップ層を磁極層と共にメッキ形成する請求項 8 ないし 11 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 ギャップ層を形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Cr のうち 1 種または 2 種以上から選択する請求項 8 ないし 12 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッドに係り、特にインダクタンスの低減を図り、高記録周波数化に対応可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図 18 は、従来における薄膜磁気ヘッド（インダクティブヘッド）の構造を示す部分正面図、図 19 は、図 18 に示す 19-19 線から切断された薄膜磁気ヘッドを矢印方向から見た部分断面図である。

【0003】図 18 及び図 19 に示す符号 1 は、パーマロイなどの磁性材料で形成された下部コア層であり、この下部コア層 1 の上に、絶縁層 9 が形成されている。

【0004】前記絶縁層9には、記録媒体との対向面（以下、ABS面と呼ぶ）からハイト方向（図示Y方向）にかけて、内幅寸法がトラック幅Twで形成された溝部9aが形成されている。

【0005】この溝部9a内には、下から順に、下部コア層1に磁氣的に接続する下部磁極層3、ギャップ層4、及び上部コア層6に磁氣的に接続する上部磁極層5がメッキ形成されている。

【0006】また図19に示すように、絶縁層9に形成された溝部9aよりもハイト方向（図示Y方向）における前記絶縁層9の上には、螺旋状にパターン形成されたコイル層7が設けられている。

【0007】そして前記コイル層7は、レジストなどの有機絶縁層8により覆われており、前記有機絶縁層8の上に、上部コア層6が形成されている。前記上部コア層6は、その先端部6aにて上部磁極層5と、また基端部6bにて下部コア層1と磁氣的に接続された状態になっている。

【0008】図18および図19に示すインダクティブヘッドでは、コイル層7に記録電流が与えられると、下部コア層1及び上部コア層6に記録磁界が誘導され、下部コア層1と磁氣的に接続する下部磁極層3及び上部コア層6と磁氣的に接続する上部磁極層5間からの洩れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0009】図18および図19に示すインダクティブヘッドでは、ABS面（記録媒体との対向面）付近に、局部的にトラック幅Twで形成された下部磁極層3、ギャップ層4、および上部磁極層5を形成しており、このタイプのインダクティブヘッドは、狭トラック化に対応可能となっている。

【0010】図18および図19に示すインダクティブヘッドの製造方法について説明すると、まず下部コア層1上に絶縁層9を形成し、前記絶縁層9に、トラック幅Twの溝部9aをABS面からハイト方向に所定の長さで形成する。

【0011】次に前記溝部9a内に、下部磁極層3、ギャップ層4および上部磁極層5を連続メッキして形成し、その後、絶縁層9に形成された溝部9aよりも後方（ハイト方向）の絶縁層9上に、コイル層7をパターン形成する。

【0012】さらに前記コイル層7上を、有機絶縁層8によって覆い、上部磁極層5上から前記有機絶縁層8上にかけて上部コア層6を、フレームメッキ法で形成すると、図18および図19に示すインダクティブヘッドが完成する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、今後の高記録密度化・高記録周波数化に伴い、狭トラック化とともに、インダクティブヘッドのインダクタンスを低減させ

る必要がある。

【0014】インダクタンスの低減を図るためには、下部コア層1から上部コア層6を経て形成される磁路長を短くしなければならず、そのために、上部コア層6の先端部6aから基端部6bまでの間に形成されるコイル層7の幅寸法T1を小さくする必要がある。コイル層7の幅寸法T1を小さくすれば、上部コア層6の長さを短くでき、短磁路化を実現できる。

【0015】前記コイル層7のターン数を変えずに、前記コイル層7の幅寸法T1を小さくするには、前記コイル層7を2層の積層構造にする方法が考えられる。

【0016】しかしながら、図18および図19に示す薄膜磁気ヘッドの構造では、コイル層7を単純に2層の積層構造にしても、磁路長を今後の高記録周波数化に対応できるほど、磁路長を短くできず、インダクタンスのより適切な低減を図ることは難しい。

【0017】その理由は、前記コイル層7が、膜厚の厚い絶縁層9の上に形成されるからである。図18に示すように、前記絶縁層9はその膜厚がH5で形成され、前記膜厚H5は下部磁極層3、ギャップ層4および上部磁極層5の総膜厚であるH6よりも大きい。このため図19に示すように、前記絶縁層9上に形成されるコイル層7は、上部磁極層5の表面を基準平面としたときに、この基準平面よりも上部コア層6側に形成されることになる。

【0018】従って単純にコイル層7を2層の積層構造にすると、前記コイル層7の幅寸法T1を小さくできても、下部コア層1上からコイル層7を覆う絶縁層8上までの高さは実質的に大きくなるから、結局磁路長をそれほど短くすることはできず、インダクタンスの適切な低減を図ることはできない。

【0019】また図19に示す構造のインダクティブヘッドにて、単純にコイル層7を2層の積層構造にしたのでは、前記コイル層7を覆う有機絶縁層8の厚さ寸法H1は大きくなり、上部磁極層5の表面を基準平面とした場合における前記有機絶縁層8の盛り上がりは非常に大きくなってしまふ。

【0020】このため、前記上部磁極層5上から有機絶縁層8上にかけて形成される上部コア層6をフレームメッキ法でパターン形成しづらくなり、前記上部コア層6の、特に先端部6a付近の形状を所定形状に形成できないといった問題が発生する。

【0021】本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に狭トラック化と共に、磁路長を短くしてインダクタンスの低減を図ることが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明における薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との

対向面で前記下部コア層と上部コア層との間に位置し且つトラック幅方向の寸法が規制されたトラック幅規制部とを有し、前記トラック幅規制部には、下部コア層に連続する下部磁極層と上部コア層と連続する上部磁極層との少なくとも一方と、前記各磁極層の間またはいずれか一方の前記コア層と前記いずれかの磁極層とを磁氣的に絶縁するギャップ層とを有し、前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面を基準平面としたときに、前記下部コア層と前記上部コア層に記録磁界を誘導するコイル層が、前記トラック幅規制部よりもハイト方向の後方に位置し、且つコイル層の上面が前記基準平面よりも下部コア層側に位置し、前記基準平面と前記下部コア層との間に絶縁層が設けられ、前記コイル層が前記絶縁層の内部に埋め込まれ、前記上部コア層が、トラック幅規制部の上面から前記絶縁層上にかけて形成され、前記上部コア層の基端部が下部コア層上に磁氣的に接続されていることを特徴とするものである。

【0023】本発明では、今後の高記録密度化・高記録周波数化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造すべく、特にコイル層の形成位置を従来と異ならしめ、短磁路化を実現できインダクタンスの低減を図ることを本発明の目的としている。

【0024】上記のように本発明におけるコイル層は、下部コア層および上部コア層間に形成されたトラック幅規制部のハイト側後方であって、前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面の表面を基準平面としたときに、前記基準平面よりも下部コア層側に位置するように形成されている。そして前記コイル層は、下部コア層と前記基準平面との間に設けられた絶縁層の内部に埋められている。

【0025】このように本発明によれば、前記コイル層は、トラック幅規制部の後方に形成される絶縁層の内部に埋没して形成されるのであり、この点で、絶縁層9の上にコイル層7が形成される図18および図19に示すインダクティブヘッドの構造とは異なる。

【0026】前記コイル層が、トラック幅規制部の後方に形成される絶縁層の内部に埋没して形成されることにより、下部コア層上から前記コイル層を覆う絶縁層上までの高さ寸法は従来よりも小さくなるから、従来に比べ上部コア層の長さを小さくでき、よって短磁路化を実現でき、インダクタンスの適切な低減を図ることが可能になっている。

【0027】また本発明では、前記絶縁層が、無機絶縁層であることが好ましい。あるいは前記絶縁層が、コイル層を構成する各導体部のピッチ間に位置する有機絶縁層と、前記ピッチ間以外の領域を埋める無機絶縁層とで構成されていることが好ましい。

【0028】また本発明では、前記コイル層の上を覆う絶縁層が、前記基準平面と同一面とされていることが好ましい。

【0029】この場合、前記絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電氣的に接続された第2のコイル層が形成され、この第2のコイル層を覆う絶縁層の上に上部コア層が形成されることが好ましい。

【0030】上記のようにコイル層が、2層の積層構造で形成されれば、前記コイル層の幅を小さくできると同時に本発明では、第1層目のコイル層を、トラック幅規制部の後方に形成される絶縁層の内部に形成しているので、下部コア層上から第2のコイル層を覆う絶縁層上までの高さは、従来のインダクティブヘッドのコイル層を2層の積層構造とした場合に比べて小さくなり、従ってより上部コア層から下部コア層を経て形成される磁路長を短くできてインダクタンスの低減を図ることができる。

【0031】特に本発明では、前記のように第1層目のコイル層は、トラック幅規制部の後方に形成される絶縁層の内部に埋没して形成されており、そして前記絶縁層の表面は、トラック幅規制部の表面と同一面上で平坦化されて形成されている。

【0032】このため前記絶縁層の上に直接にあるいは他の層を介して形成される第2層目のコイル層（第2のコイル層）を、パターン精度良く形成することができる。

【0033】さらに本発明では、第1層目のコイル層を、トラック幅規制部の後方に形成される絶縁層の内部に形成し、第2のコイル層を平坦化された前記絶縁層の上に形成することで、トラック幅規制部の表面を基準平面とした場合の、コイル層を覆う絶縁層の盛り上がりは、第2のコイル層を覆う絶縁層の盛り上がり分だけとなり、従って、トラック幅規制部上から第2のコイル層を覆う絶縁層の上にかけて、上部コア層をパターン精度良く形成することが可能である。

【0034】さらに本発明では、前記ギャップ層は、メッキ形成可能な非磁性金属材料で形成されていることが好ましく、前記非磁性金属材料は、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択されたものであることが好ましい。

【0035】また本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法は、(a) 下部コア層上に、下部磁極層と非磁性のギャップ層と上部磁極層から成るトラック幅規制部、または前記下部磁極層と非磁性のギャップ層から成るトラック幅規制部、あるいは非磁性のギャップ層と上部磁極層からなるトラック幅規制部を、所定の幅寸法で且つ記録媒体との対向面からハイト方向へ向けて所定の長さに形成する工程と、(b) 前記いずれかのトラック幅規制部のハイト側後方で、前記下部コア層上に、絶縁下地層を形成し、この絶縁下地層の上にコイル層を形成し、このときの前記コイル層は、その上面が、前記トラック幅規制部の上面よりも下部コア層側に位置するように形成

する工程と、(c)前記トラック幅規制部および前記コイル層を覆うようにして絶縁層を形成する工程と、

(d)前記絶縁層の上面を、トラック幅規制部の上面と同一面となるように平坦化する工程と、(e)前記トラック幅規制部の上から前記絶縁層の上にかけて上部コア層を形成する工程と、を有することを特徴とするものである。

【0036】このように本発明では、まず最初に下部コア層上に、磁極層およびギャップ層から成るトラック幅規制部を、記録媒体との対向面からハイト方向に所定の長さ寸法にて形成しているの、前記トラック幅規制部の後方には、図18および図19に示す絶縁層9は存在せず、従って、コイル層を、前記トラック幅規制部の後方の下部コア層上に、絶縁下地層を介して形成することができる。

【0037】その後本発明では、アルミナなどから成る絶縁層を、トラック幅規制部上からコイル層上にかけて形成し、CMP技術などを用いて、前記絶縁層の表面を、トラック幅規制部の表面と同一平面上まで削り、前記絶縁層表面に、トラック幅規制部の表面と同一面上となる平坦化面を形成しているのである。

【0038】そしてこの際、前記コイル層は、絶縁層の内部に埋没した状態になっている。

【0039】一方、図18および図19に示す薄膜磁気ヘッドでは、製造工程上、コイル層7を、絶縁層9の内部に形成することは不可能である。

【0040】すなわち図18および図19に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず最初に下部コア層1の上に、絶縁層9を形成するので、コイル層7を絶縁層9の上に形成するしか形成方法は無いのである。

【0041】以上のように本発明の製造方法によれば、コイル層を、下部コア層および上部コア層間に形成されたトラック幅規制部のハイト側後方であって、前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面を基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層側に位置するように形成することができる。

【0042】また本発明では、前記(c)の工程での絶縁層として無機絶縁層を形成し、前記(d)の工程で、前記トラック幅規制部と前記無機絶縁層とが同一面となるように研磨することが好ましい。

【0043】あるいは本発明では、前記(c)の工程では、前記コイル層の各導体部のピッチ間を有機絶縁層で埋め、さらに前記有機絶縁層およびコイル層の上に無機絶縁層を形成し、前記(d)の工程で、前記トラック幅規制部と前記無機絶縁層とが同一面となるように研磨することが好ましい。また本発明では、前記(d)の工程の後に以下の(f)の工程を含むことが好ましい。

【0044】(f)前記平坦化された絶縁層の上に直接にまたは他の層を介して、前記コイル層と電気的に接続される第2のコイル層を形成する工程、さらに本発明で

は、前記(a)の工程では、前記ギャップ層を磁極層と共にメッキ形成することが好ましく、この場合、ギャップ層を形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択することが好ましい。

【0045】

【発明の実施の形態】図1は、本発明における薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、図2は図1に示す2-2線から切断した薄膜磁気ヘッドを矢印方向から見た部分断面図である。

【0046】図1に示す薄膜磁気ヘッドは、記録用のインダクティブヘッドであるが、本発明では、このインダクティブヘッドの下に、磁気抵抗効果を利用した再生用ヘッド(MRヘッド)が積層されていてもよい。

【0047】図1及び図2に示す符号10は、例えばパーマロイなどの磁性材料で形成された下部コア層である。なお、前記下部コア層10の下側に再生用ヘッドが積層される場合、前記下部コア層10とは別個に、磁気抵抗効果素子をノイズから保護するシールド層を設けてもよいし、あるいは、前記シールド層を設けず、前記下部コア層10を、前記再生用ヘッドの上部シールド層として機能させてもよい。

【0048】また図1に示すように、後述する下部磁極層11の基端から延びる下部コア層10の上面10aは、トラック幅方向(図示X方向)と平行な方向に延びて形成されていてもよいし、あるいは、前記上部コア層16から離れる方向に傾斜する傾斜面10b、10bが形成されていてもよい。前記下部コア層10の上面に傾斜面10b、10bが形成されることで、よりいっそうライトフリンジングを適切に防止することができる。

【0049】図1に示すように、下部コア層10の上には、トラック幅Twで形成されたトラック幅規制部14が形成されている。前記トラック幅Twは、0.7μm以下で形成されることが好ましく、より好ましくは0.5μm以下である。これにより狭トラック化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0050】図1および図2に示す実施例では、前記トラック幅規制部14は、下部磁極層11、ギャップ層12、および上部磁極層13の3層膜の積層構造で構成されている。以下、前記磁極層11、13およびギャップ層12について説明する。

【0051】図1および図2に示すように、前記下部コア層10上には、トラック幅規制部14の最下層となる下部磁極層11がメッキ形成されている。前記下部磁極層11は、下部コア層10と磁気的に接続されており、前記下部磁極層11は、前記下部コア層10と同じ材質でも異なる材質で形成されていてもどちらでもよい。また単層膜でも多層膜で形成されていてもどちらでもよい。

【0052】また図1及び図2に示すように、前記下部磁極層11上には、非磁性のギャップ層12が積層されている。

【0053】本発明では、前記ギャップ層12は、非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層11上にメッキ形成されることが好ましい。なお本発明では、前記非磁性金属材料として、NiP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上を選択することが好ましく、前記ギャップ層12は、単層膜で形成されていても多層膜

で形成されていてもどちらであってもよい。

【0054】次に前記ギャップ層12上には、後述する上部コア層16と磁氣的に接続する上部磁極層13がメッキ形成されている。なお前記上部磁極層13は、上部コア層16と同じ材質で形成されていてもよいし、異なる材質で形成されていてもよい。また単層膜でも多層膜で形成されていてもどちらでもよい。

【0055】上記したようにギャップ層12が、非磁性金属材料で形成されていれば、下部磁極層11、ギャップ層12および上部磁極層13を連続してメッキ形成することが可能になる。

【0056】なお本発明では、前記トラック幅規制部14は、上記3層膜の積層構造に限られない。すなわち、前記トラック幅規制部14は、下部コア層10に連続する下部磁極層11と上部コア層16と連続する上部磁極層13との少なくとも一方と、前記各磁極層の間を磁氣的に絶縁またはいずれか一方の前記コア層と前記いずれかの磁極層とを磁氣的に絶縁するギャップ層12とを有していれば、どのような膜構成であってもかまわない。

【0057】また上記したように、トラック幅規制部14を構成する下部磁極層11および上部磁極層13は、それぞれの磁極層が磁氣的に接続されるコア層と同じ材質でも異なる材質で形成されてもどちらでもよいが、記録密度を向上させるためには、ギャップ層12に対向する下部磁極層11および上部磁極層13は、それぞれの磁極層が磁氣的に接続されるコア層の飽和磁束密度よりも高い飽和磁束密度を有していることが好ましい。このように下部磁極層11および上部磁極層13が高い飽和磁束密度を有していることにより、ギャップ近傍に記録磁界を集中させ、記録密度を向上させることが可能になる。

【0058】また図1に示すように、前記トラック幅規制部14の厚さ寸法はH4で形成されている。例えば一例として、下部磁極層11の膜厚は0.4 $\mu$ m程度、ギャップ層12の膜厚は0.2 $\mu$ m程度、上部磁極層13の膜厚は2 $\mu$ m程度である。

【0059】また前記トラック幅規制部14は、図2に示すように、記録媒体との対向面(ABS面)からハイト方向(図示Y方向)にかけて長さ寸法L1で形成され

ている。

【0060】前記長さ寸法L1は、ギャップデプスGdとして規制されており、前記ギャップデプスGdは、薄膜磁気ヘッドの電気特性に多大な影響を与えることから、予め所定の長さに設定される。なお図2に示す実施例では、トラック幅規制部14の長さ寸法L1でギャップデプスGdが決められているが、ギャップデプスGdを定めるための他の方法として、Gd決め絶縁層(図示しない)を用いる方法を提示することができる。

【0061】Gd決め絶縁層を用いてギャップデプスGdを定めるには、例えば下部コア層10の上に前記Gd決め絶縁層を形成し、前記Gd決め絶縁層の前端面からABS面までの長さでギャップデプスGdを規定する。

【0062】ところで本発明では、図1に示すように下部コア層10上であって、トラック幅規制部14の両側には、絶縁層15が記録媒体との対向面(ABS面)に露出している。

【0063】ここで本発明における前記絶縁層15は、図18に示す記録媒体との対向面に露出する絶縁層9と、役割(機能)を異にすることに留意すべきである。

【0064】すなわち図18に示す絶縁層9は、狭トラック化に対応するために用いられるものであり、前記絶縁層9には、記録媒体との対向面に、内幅寸法をトラック幅Twとして規定する溝部9aが形成されている。そして前記溝部9a内に、下部磁極層3、ギャップ層4および上部磁極層5がメッキ形成されているのである。

【0065】一方本発明における絶縁層15は、図2に示すコイル層(第1のコイル層)17を覆うために用いられるコイル絶縁層であり、図18に示す絶縁層9のように、内幅寸法をトラック幅Twとして規定する溝が形成されているわけではない。

【0066】このように、本発明における絶縁層15が、図18に示す絶縁層9と異なる役割を有するようにできるのは、後述する製造方法に起因しており、そして本発明の製造方法によれば、コイル層17を下部コア層10上に、前記絶縁層15を介することなく形成することが可能になっている。

【0067】本発明では、図2に示すように前記コイル層17は、トラック幅規制部14のハイト側後方(図示Y方向)であって、前記トラック幅規制部14と上部コア層16との接合面14aを基準平面としたときに、前記基準平面よりも下部コア層10側に位置するように形成されている。

【0068】図2に示すように、前記下部コア層10とコイル層17との間には、下部コア・コイル層間の絶縁確保のための絶縁下地層18が形成されており、この絶縁下地層18は、例えば、AlO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO、AlN、AlSiN、TiN、SiN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、NiO、WO、WO<sub>3</sub>、BN、CrN、SiONのうち少なくとも1種からなる絶縁材



料で形成されていることが好ましい。

【0069】そして図2に示すように、前記下地絶縁層18上には、巻き中心部17aを中心として螺旋状にパターン形成された、例えばCuなどのコイル層17が形成されている。また図2に示すように前記コイル層17は、絶縁層15によって覆われ、この絶縁層15は、前述したように記録媒体との対向面(ABS面)にまで露出して形成されている(図1参照)。

【0070】また図1および図2に示す実施例の前記絶縁層15は、無機材料で形成された無機絶縁層であり、前記無機材料には、 $Al_2O_3$ 、 $SiN$ 、 $SiO_2$ から1種または2種以上が選択されることが好ましい。

【0071】また本発明では、図2に示すように、コイル層17の上には、無機絶縁層15を介して第2のコイル層20が螺旋状にパターン形成されている。このようにコイルを2層の積層構造にするには、第1層目となるコイル層17の巻き中心部17aの上面を覆う無機絶縁層15に穴部(コンタクト部)15bを形成し、第2のコイル層20の巻き中心部20aとコイル層17の巻き中心部17aとをコンタクト部15bを介して電気的に接続させる必要がある。

【0072】また第2のコイル層20を形成する場合には、図2に示すように、前記コイル層17を覆う無機絶縁層15の表面15aを、トラック幅規制部14の接合面14aと同一面上で平坦化して形成することが好ましい。

【0073】このように無機絶縁層15の表面が平坦化されて形成されていると、第2のコイル層20を前記無機絶縁層15上にパターン精度良く形成することができる。このため前記第2のコイル層20を構成する各導体部間のピッチを小さく形成することができ、前記第2のコイル層20自体の大きさを小さくすることが可能になる。なお前記無機絶縁層15上に絶縁性の他の層を介して第2のコイル層20をパターン形成してもかまわない。

【0074】そして図2に示すように、前記第2のコイル層20は、レジストやポリイミドなどの有機材料による絶縁層21に覆われ、前記絶縁層21上には、上部コア層16がパターン形成されている。

【0075】前記上部コア層16は、その先端部16aが、トラック幅規制部14上に接して形成されており、また基端部16bは、下部コア層10上に形成された磁性材料製の持ち上げ層22上に磁気的に接続された状態となっている。なお前記持ち上げ層22は形成されていなくてもよく、この場合、前記上部コア層16の基端部16bが、下部コア層10上にまで延びて、下部コア層10上に直接磁気的に接続された状態となる。なお図1に示すように前記上部コア層16の幅寸法T2はトラック幅Twよりも大きく形成されている。

【0076】図1および図2に示すインダクティブヘッ

ドでは、コイル層17および第2のコイル層20に記録電流が与えられると、下部コア層10及び上部コア層16に記録磁界が誘導され、トラック幅規制部14において、ギャップ層12を介して対向する下部磁極層11及び上部磁極層13間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0077】ところで本発明におけるインダクティブヘッドでは、コイルが2層の積層構造となっているが、コイルを2層の積層構造とした理由は、コイル層17の幅寸法T3を小さくして、下部コア層10から上部コア層16を経て形成される磁路長を短くし、インダクタンスの低減を図り、今後のさらなる高記録周波数化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することにある。ちなみに図2に示すように第1層目のコイル層17を5ターンで形成し、第2のコイル層20を4ターンで形成した場合には、前記コイル層17の幅寸法T3を20 $\mu m$ 程度に小さくできることが確認されている。

【0078】そして本発明では図2に示すように、第1層目となるコイル層17が、トラック幅規制部14のハイト側後方であって、前記トラック幅規制部14と上部コア層16との接合面14aを基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層10側に位置するように形成しているので、下部コア層10上から第2のコイル層20を覆う絶縁層21上までの高さを、従来の薄膜磁気ヘッド(図19参照)のコイル層を2層の積層構造にした場合に比べて小さくすることができる。

【0079】従って本発明では、より適切に短磁路化を実現でき、インダクタンスは低減され、今後の高記録周波数化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0080】しかも本発明における薄膜磁気ヘッドは、狭トラック化に対応することもできる。トラック幅規制部14のトラック幅Twの調整方法については、後の製造方法で詳述することとするが、本発明では、前述したように前記トラック幅規制部14のトラック幅Twを0.7 $\mu m$ 以下、好ましくは0.5 $\mu m$ 以下に形成することができ、この寸法は、レジストを露光現像した際の分解能の限界以下の数値である。

【0081】また本発明では、コイル層17が、トラック幅規制部14と上部コア層16との接合面14aを基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層10側に形成されることで、前記コイル層17を覆う無機絶縁層15は、トラック幅規制部14の接合面14aから突出して形成されることがなく、仮に突出して形成されたとしてもその高さはわずかである。

【0082】特に図2に示す実施例では、コイル層17を覆う絶縁層15は、その表面15aが、トラック幅規制部14の接合面14aと同一面上で平坦化されて形成されているので、前記絶縁層15上に形成される第2の

コイル層 20 をパターン形成しやすくできると同時に、前記トラック幅規制部 14 の接合面 14 a から盛り上がるコイルを覆う絶縁層の高さは、前記第 2 のコイル層 20 を覆う絶縁層 21 の高さ分 H2 しかない。

【0083】従って本発明における薄膜磁気ヘッドによれば、磁路長を短くして、インダクタンスの低減を図ることができると同時に、トラック幅規制部 14 上から絶縁層 21 上にかけて形成される上部コア層 16 を、パターン精度良く形成することが可能である。

【0084】なお図 2 に示す実施例では、コイルを 2 層構造で形成しているが前記コイルを 1 層構造で形成してもよい。すなわち図 2 では、第 1 層目となるコイル層 17 のターン数と第 2 層目となる第 2 のコイル層 20 のターン数を合わせたターン数は 9 であるが、このターン数をコイル層 17 の 1 層で形成してもよい。

【0085】なお 1 層のコイル層 17 のみとする場合には、前記コイル層 17 を覆う無機絶縁層 15 の上に上部コア層 16 がパターン形成されることになる。

【0086】1 層のコイル層 17 のみが形成される場合、上部コア層 16 の先端部 16 a から基端部 16 b 間に形成されるコイル層 17 の幅寸法 T3 は長くなってしまい、コイルを 2 層の積層構造にした場合に比べて、インダクタンスの低減を図ることはできないが、図 19 に示すコイル層が 1 層で形成されたインダクティブヘッドの場合に比べれば、インダクタンスは低減される。

【0087】すなわち本発明では前述したように、コイル層 17 がトラック幅規制部 14 と上部コア層 16 との接合面 14 a を基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層 10 側に形成されているのに対し、図 19 に示すインダクティブヘッドの場合では、コイル層 7 が、絶縁層 9 の上に形成され、上部磁極層 5 と上部コア層 6 との接合面を基準平面としたときに前記基準平面よりも前記コイル層 7 は上部コア層 6 側に形成されている。

【0088】従って本発明の方が、図 19 に示すインダクティブヘッドの場合よりも下部コア層 10 上からコイル層 17 を覆う絶縁層 15 上までの高さを小さくでき、よって短磁路化を実現でき、インダクタンスをより適切に低減させることが可能である。

【0089】なお 1 層のコイル層 17 のみを形成する場合には、前記コイル層 17 を覆う無機絶縁層 15 の表面は、トラック幅規制部 14 の接合面 14 a と同一面上の平坦化面にされていなくても良く、前記トラック幅規制部 14 の接合面 14 a から、前記絶縁層 15 が多少盛り上がり形成されていてもかまわない。

【0090】次に図 3 に示す薄膜磁気ヘッドは他の実施形態を示す部分断面図であり、図 3 に示す薄膜磁気ヘッドは、コイル層 17 を覆う絶縁層の構成が、図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの場合と異なるだけで、その他の構成は、図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの構成と同じである。

【0091】図 3 に示す薄膜磁気ヘッドにおいても、下部コア層 10 上の記録媒体との対向面 (ABS 面) からハイト方向 (図示 Y 方向) に所定の長さ寸法にて、トラック幅 Tw で形成されたトラック幅規制部 14 が形成されている。

【0092】図 3 に示すように、前記トラック幅規制部 14 のハイト側後方であって、トラック幅規制部 14 の接合面 14 a よりも下部コア層 10 側には、螺旋状にパターン形成されたコイル層 17 が形成されている。

【0093】前記コイル層 17 は、下部コア層 10 上に、下部コア層・コイル層間の絶縁確保のための絶縁下地層 18 を介して形成されており、前記コイル層 17 は、少なくともその表面まで有機材料で形成された有機絶縁層 23 によって覆われている。前記有機材料には、レジストやポリイミドなどの既存の材料が使用される。

【0094】このように、有機材料製の絶縁層 23 を使用する理由は、コイル層 17 の各導体部のピッチ間を、確実に埋めることができるからである。

【0095】図 2 に示す実施例のように、コイル層 17 を覆う絶縁層 15 として絶縁性の無機材料を使用すると、無機絶縁層 15 をスパッタ形成する場合に、シャドウ効果等により、前記コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A に、適切に無機絶縁層 15 が埋められず、前記ピッチ間 A に、前記無機絶縁層 15 によって埋められない空洞部が形成されやすい。

【0096】このような空洞部が形成されると、磁気ヘッドの駆動の際における発熱により、前記空洞部に溜まったガスが膨張するなどして、薄膜磁気ヘッド内部の膜形状に変形をもたらすなどの危険性がある。

【0097】このようになるべく、コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A に空洞が形成されないようにすることが好ましく、このため本発明では、まずレジストなどの有機絶縁層 23 によって、コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A を埋めているのである。

【0098】ただし、有機絶縁層 23 を、トラック幅規制部 14 の接合面 14 a と同位置にまで形成してはならない。その理由については、後述することとする。

【0099】そして本発明では図 3 に示すように、前記コイル層 17 および有機絶縁層 23 の上には無機材料で形成された無機絶縁層 15 が形成され、この無機絶縁層 15 は、少なくともトラック幅規制部 14 の接合面 14 a と同一平面上にまで形成されている。

【0100】なお絶縁層 15 として使用される無機材料には、前述したように、 $Al_2O_3$ 、 $SiN$ 、 $SiO_2$  から 1 種または 2 種以上が選択される。

【0101】図 3 に示す実施例においても前記無機絶縁層 15 上に、第 2 のコイル層 20 が螺旋状にパターン形成されている。なお前記無機絶縁層 15 の表面 15 a は、トラック幅規制部 14 の接合面 14 a と同一面上で平坦化されて形成されている方が、前記第 2 のコイル層



20をパターン精度良く形成できる点で好ましい。

【0102】図3に示すように前記第2のコイル層20は、レジストやポリイミドなどの有機材料製の絶縁層21で覆われ、前記絶縁層21上には、上部コア層16がパターン形成されている。前記上部コア層16の先端部16aは、トラック幅規制部14上に接して形成され、さらに基端部16bは、下部コア層10上に形成された磁性材料製の持ち上げ層22上に接して形成されている。

【0103】この実施例においても、コイルが2層の積層構造で形成され、しかも前記2層のうち第1層目となるコイル層17が、トラック幅規制部14のハイト側後方であって、前記トラック幅規制部14と上部コア層16との接合面14aを基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層10側に位置するように形成されているから、前記コイル層17の幅を小さくできると同時に、下部コア層10上から第2のコイル層20を覆う絶縁層21上までの高さを小さくでき、従って、磁路長を短くしてインダクタンスの低減を図ることができる。

【0104】またこの実施例においても図2に示す薄膜磁気ヘッドと同様に狭トラック化に対応可能なものとなっている。

【0105】さらに、トラック幅規制部14と上部コア層16との接合面14aを基準平面としたときに、前記基準平面から突出するコイル層を覆う絶縁層はそれほど大きくないから、上部コア層16をパターン精度良く形成することができる。

【0106】図4から図10は、図2に示す本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一連の製造工程図である。

【0107】まず図4では、下部コア層10上に、レジスト層24を塗布形成している。前記レジスト層24の厚さ寸法H3は、少なくとも図1に示す完成した薄膜磁気ヘッドにおけるトラック幅規制部14の厚さ寸法H4よりも厚く形成されていなければならない。

【0108】次に前記レジスト層24に、露光現像によって、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さ寸法であって、且つトラック幅方向（図示X方向）に所定の幅寸法で形成される溝24aを形成し、前記溝24a内に、トラック幅規制部14を形成する。

【0109】図4に示すように前記トラック幅規制部14は、下から下部磁極層11、ギャップ層12、および上部磁極層13で構成され、これら各層は、連続してメッキ形成されている。

【0110】なお前記溝24a内に形成されるトラック幅規制部14の膜構成は、上記3層の構成に限られない。すなわち、前記トラック幅規制部14は、下部コア層10と連続する下部磁極層11及び／または上部コア層と連続する上部磁極層13、ならびに前記一方のコア

層とこれに対向する前記一方の磁極層または両磁極層の間に位置するギャップ層12で構成されれば、どのような膜構成であってもかまわない。

【0111】また前述のように、前記ギャップ層12を磁極層と共にメッキ形成することが好ましく、この場合、ギャップ層12を形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、NiP、NiPd、NiW、NiMo、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上から選択することが好ましい。

【0112】これにより、下部磁極層11、ギャップ層12および上部磁極層13を連続メッキして形成することができる。

【0113】また前記レジスト層24のハイト方向（図示Y方向）後端には、露光現像によって六部24bを形成し、この六部24b内に、磁性材料製の持ち上げ層22をメッキ形成する。

【0114】図5に示す工程では前記レジスト層24を除去した状態を示しており、前記下部コア層10上には、ABS面付近にトラック幅規制部14が形成され、前記トラック幅規制部14からハイト方向に離れた位置に持ち上げ層22が形成されている。

【0115】なお図5に示すトラック幅規制部14の両側面（図示X方向における側面）を、トラック幅方向（図示X方向）からイオンミリングで削り、前記トラック幅規制部14の幅寸法を小さくすることもできる。このイオンミリングによって削られたトラック幅規制部14の幅寸法がトラック幅Twとして規定される。

【0116】なお前記イオンミリングによって、下部磁極層11の基端から延びるトラック幅方向（図示X方向）の下部コア層10の上面も削れていき、図1に示すような傾斜面10b、10bが前記下部コア層10上面に形成される。

【0117】次に図6に示す工程では、トラック幅規制部14上から下部コア層10上、さらには持ち上げ層22上からハイト方向にかけて、絶縁材料で形成された絶縁下地層18をスパッタ形成する。

【0118】そして図6に示すように、持ち上げ層22よりも後端側に形成された絶縁下地層18上に、コイルの巻き中心部17aを形成し、前記巻き中心部17aを中心として、コイル層17を螺旋状にパターン形成する。

【0119】なお本発明では、前記コイル層17形成の際、前記コイル層17をトラック幅規制部14の接合面14aよりも下部コア層10側に位置するように形成している。

【0120】次に図7に示す工程では、コイル層17上を絶縁層15により覆う。なおこの際、トラック幅規制部14上および持ち上げ層22上も前記絶縁層15によって覆われる。

【0121】なお本発明では前記絶縁層15を無機材料

によってスパッタ形成する。前記無機材料には、 $Al_2O_3$ 、 $SiN$ 、 $SiO_2$ のうちから1種または2種以上を選択することが好ましい。

【0122】そして図7に示すように、前記無機絶縁層15の表面をCMP技術などを利用して、トラック幅規制部14の表面を露出させて、コイル層17が露出しないB-B線上まで削っていく。その状態を示すのが、図8である。

【0123】図8に示すように、下部コア層10上に、絶縁下地層18を介して形成されたコイル層17は、無機絶縁層15によって完全に覆われた状態になっている。

【0124】また上記のCMP法によって、前記無機絶縁層15の表面15aは、トラック幅規制部14の接合面14aと同一平面上で平坦化されて形成されている。

【0125】なお図8に示す工程では、コイル層17の巻き中心部17a上に覆う絶縁層15に、穴部（コンタクト部）15bを形成している。

【0126】次に図9に示す工程では、前記無機絶縁層15上に第2のコイル層20を螺旋状にパターン形成する。前述したように第1層目のコイル層17には、その巻き中心部17a上にコンタクト部15bが形成されているので、第2のコイル層20の巻き中心部20aを、前記コンタクト部15bを介してコイル層17の巻き中心部17a上に、電気的に接続させる。

【0127】また前述したように、コイル層17を覆う無機絶縁層15の表面15aは、平坦化されて形成されているので、前記無機絶縁層15上に第2のコイル層20をパターン精度良く形成することが可能である。

【0128】そして図9に示すように前記第2のコイル層20を、レジストやポリイミドなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層21によって覆い、さらに図10に示す工程では、前記絶縁層21上に上部コア層16を、フレームメッキ法などの既存の方法でパターン形成する。図10に示すように前記上部コア層16は、その先端部16aにてトラック幅規制部14上に接して形成され、また基端部16bにて下部コア層22上に形成された持ち上げ層22上に磁気的に接して形成される。

【0129】次に図11ないし図17に示す一連の工程図を用いて、図3に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法について以下に説明する。

【0130】まず図11では、下部コア層10上に、レジスト層24を塗布形成している。前記レジスト層24の厚さ寸法H3は、図1に示す完成した薄膜磁気ヘッドにおけるトラック幅規制部14の厚さ寸法H4よりも厚く形成されていなければならない。

【0131】次に前記レジスト層24に、露光現像によって、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さ寸法であって、且つトラック幅方向

（図示X方向）に所定の幅寸法で形成される溝24aを

形成し、前記溝24a内に、トラック幅規制部14を形成する。

【0132】前記トラック幅規制部14は、下から下部磁極層11、ギャップ層12、および上部磁極層13で構成され、これら各層は、連続してメッキ形成されている。

【0133】なお前記溝24a内に形成されるトラック幅規制部14の膜構成は、上記3層の構成に限られない。すなわち、前記トラック幅規制部14は、下部コア層10と連続する下部磁極層11及び／または上部コア層と連続する上部磁極層13、ならびに前記一方のコア層とこれに対向する前記一方の磁極層または両磁極層の間に位置するギャップ層12で構成されれば、どのような膜構成であってもかまわない。

【0134】また前記ギャップ層12を磁極層と共にメッキ形成することが好ましく、この場合、ギャップ層12を形成するメッキ形成可能な非磁性金属材料が、 $NiP$ 、 $NiPd$ 、 $NiW$ 、 $NiMo$ 、 $Au$ 、 $Pt$ 、 $Rh$ 、 $Pd$ 、 $Ru$ 、 $Cr$ のうち1種または2種以上から選択することが好ましい。

【0135】これにより、下部磁極層11、ギャップ層12および上部磁極層13を連続メッキして形成することができる。

【0136】また前記レジスト層24の後端部には、露光現像によって穴部24bを形成し、この穴部24b内に、磁性材料製の持ち上げ層22をメッキ形成する。

【0137】図12に示す工程では前記レジスト層24を除去した状態を示しており、前記下部コア層10上には、ABS面付近にトラック幅規制部14が形成され、前記トラック幅規制部14からハイト方向に離れた位置に持ち上げ層22が形成されている。

【0138】なお図12に示すトラック幅規制部14の両側面（図示X方向における側面）を、トラック幅方向（図示X方向）からイオンミリングで削り、前記トラック幅規制部14の幅寸法を小さくすることもできる。このイオンミリングによって削られたトラック幅規制部14の幅寸法がトラック幅 $T_w$ として規定される。

【0139】なお前記イオンミリングによって、下部磁極層11の基端から延びるトラック幅方向（図示X方向）の下部コア層10の上面も削れていき、図1に示すような傾斜面10b、10bが前記下部コア層10上面に形成される。

【0140】次に図13に示す工程では、トラック幅規制部14上から下部コア層10上、さらには持ち上げ層22上からハイト方向にかけて、絶縁材料で形成された絶縁下地層18をスパッタ形成する。

【0141】そして図13に示すように、コイルの巻き中心部17aを形成し、前記巻き中心部17aを中心として、コイル層17を螺旋状にパターン形成する。

【0142】なお本発明では、前記コイル層17形成の

際、前記コイル層 17 をトラック幅規制部 14 の接合面 14a よりも下部コア層 10 側に位置するように形成している。

【0143】そして本発明では、前記コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A を、レジストやポリイミドなどの有機材料で形成された有機絶縁層 23 によって埋める。

【0144】図 2 に示す薄膜磁気ヘッドでは、図 7 の工程図に示すように、有機絶縁層 23 を使用せず、無機絶縁層 15 のみでコイル層 17 を覆っているが、このように無機絶縁層 15 では、コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A が前記無機絶縁層 15 によって適切に埋められず、前記ピッチ間 A に空洞部が形成される危険性がある。このように空洞部が形成される理由は、前記無機絶縁層 15 はスパッタ法で成膜されるからであり、このような空洞部の形成を無くすために図 13 に示す工程では、まず前記コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A にレジストなどの有機材料を塗布して、完全にピッチ間 A を前記有機絶縁層 23 により塞いでいる。

【0145】前記有機絶縁層 23 をピッチ間 A に充填した後、前記有機絶縁層 23 をポストバーク（熱処理）して固める。

【0146】そして図 14 の工程で示すように、前記コイル層 17 上を無機絶縁層 15 によって覆う。なおこの際、トラック幅規制部 14 上および持ち上げ層 22 上も前記無機絶縁層 15 によって覆われる。

【0147】ところで、前述したように有機絶縁層 23 は、コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A を埋めるために用いられるものであり、無機絶縁層 15 に代えて、有機絶縁層 23 を、無機絶縁層 15 形成位置まで形成してはならない。

【0148】その理由は、次に行なわれる CMP 法によって絶縁層を削る際に、前記絶縁層が有機絶縁層 23 であると、研磨加工の際に、有機材料が持つ独特のねばりなどにより、適切に研磨加工を施すことができないからであり、従って本発明では、有機絶縁層 23 を、コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A を埋めるためだけに用い、CMP 法によって研磨される部分には、無機絶縁層 15 を形成しておくのである。

【0149】そして図 14 に示すように、前記無機絶縁層 15 の表面を CMP 技術などを利用して B-B 線上まで削っていき、トラック幅規制部 14 の表面を露出させる。その状態を示すのが、図 15 である。

【0150】図 15 に示すように、下部コア層 10 上に形成されたコイル層 17 および前記コイル層 17 の各導体部のピッチ間 A を埋める有機材料製の絶縁層 23 は、無機材料製の絶縁層 15 によって完全に覆われた状態になっている。

【0151】また上記の CMP 法によって、前記無機絶縁層 15 の表面 15a は、トラック幅規制部 14 の接合面 14a と同一平面上で平坦化されて形成されている。

【0152】なお図 15 に示す工程では、コイル層 17 の巻き中心部 17a 上を覆う無機絶縁層 15 に、穴部（コンタクト部）15b を形成している。

【0153】次に図 16 に示す工程では、前記無機絶縁層 15 上に第 2 のコイル層 20 を螺旋状にパターン形成する。前述したように前記コイル層（第 1 のコイル層）17 には、その巻き中心部 17a 上にコンタクト部 15b が形成されているので、第 2 のコイル層 20 の巻き中心部 20a を、前記コンタクト部 15b を介してコイル層 17 の巻き中心部 17a 上に、電氣的に接続させる。

【0154】また前述したように、コイル層 17 を覆う無機絶縁層 15 の表面 15a は、平坦化された形成されているので、前記無機絶縁層 15 上に第 2 のコイル層 20 をパターン精度良く形成することが可能である。

【0155】そして図 16 に示すように前記第 2 のコイル層 20 を、レジストやポリイミドなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層 21 によって覆い、さらに図 17 に示す工程では、前記絶縁層 21 上に上部コア層 16 を、フレイムメッキ法などの既存の方法でパターン形成する。図 17 に示すように前記上部コア層 16 は、その先端部 16a にてトラック幅規制部 14 上に接して形成され、また基端部 16b にて下部コア層 22 上に形成された持ち上げ層 22 上に磁氣的に接して形成される。

【0156】以上、図 2 および図 3 に示す本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明したが、本発明では、上記のようにまず下部コア層 10 上にレジスト層 24 を用いてトラック幅規制部 14 を形成しているので、後の工程でコイル層 17 を形成する際に、前記コイル層 17 を形成すべき下部コア層 10 上には何も形成されていない状態になっている。

【0157】このため本発明では、前記コイル層 17 を下部コア層 10 上に、薄い膜厚の絶縁下地層 18 を介して形成することができ、前記コイル層 17 を、トラック幅規制部 14 よりもハイト側後方であって、前記トラック幅規制部 14 の接合面 14a を基準平面としたときに前記基準平面よりも下部コア層 10 側に位置せしめることができる。

【0158】従って本発明のようにコイルを 2 層の積層構造で形成すれば、前記コイル層の幅寸法を小さくできると同時に、下部コア層 10 上から第 2 のコイル層 20 を覆う絶縁層 21 上までの高さを小さくでき、適切に短磁路化を図ることができる。

【0159】またトラック幅規制部 14 の接合面 14a を基準平面としたときの、前記コイル層の盛り上がりはそれほど大きくは成らず、従って本発明では、磁路長を短くしてインダクタンスの低減を図ると同時に、上部コア層 16 をパターン精度良く形成することができる。

【0160】なお本発明では、コイルを 1 層構造で形成してもよい。この場合、コイル層 17 を所定のターン数で形成した後、図 8 および図 19 に示す工程の次に、上

部コア層 16 を形成すれば、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0161】また本発明では、図 5 および図 12 に示す工程で、下部コア層 10 上に形成されたトラック幅規制部 14 のトラック幅方向の両側端面を、イオンミリング法によって削ることも可能であり、従って本発明では、前記トラック幅規制部 14 の幅寸法 (=トラック幅 Tw) を小さく形成して、狭トラック化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。なお前記トラック幅規制部 14 のトラック幅 Tw を、具体的には 0.7  $\mu$ m 以下で形成することが好ましく、より好ましくは 0.5  $\mu$ m 以下である。

#### 【0162】

【発明の効果】以上詳述した本発明によれば、コイル層を、トラック幅規制部よりもハイト方向後方であって、前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面を基準平面としたときに、前記基準平面よりも下部コア層側に位置するように形成しているので、下部コア層上から前記コイル層を覆う絶縁層上までの高さ寸法を小さくでき、磁路長を短くしてインダクタンスの低減を図ると同時に、上部コア層をパターン精度良く形成することが可能になる。

【0163】特に本発明では、前記コイル層を 2 層の積層構造とすることが好ましく、2 層の積層構造とすることで、コイル層の幅寸法を小さくでき、より磁路長を短くできてインダクタンスを低減させることができる。また 2 層の積層構造にした場合であっても、1 層目のコイル層は、前記のように前記トラック幅規制部と上部コア層との接合面を基準平面としたときに、前記基準平面よりも下部コア層側に位置するように形成されているので、下部コア層上からコイル層 (第 2 層目のコイル層) を覆う絶縁層上までの高さ寸法を小さくでき、より磁路長を短くできると同時に、前記基準平面からコイル層を覆う絶縁層の盛り上がりはそれほど大きくはなく、上部コア層をパターン精度良く形成することができる。

【0164】さらに本発明における薄膜磁気ヘッドでは、トラック幅規制部のトラック幅 Tw を狭トラック化に対応可能に形成でき、このように本発明では、高記録密度化と同時に、インダクタンスの低減によって高記録周波数化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 2】図 1 に示す 2-2 線から切断した薄膜磁気ヘッドの部分断面図、

【図 3】本発明における他の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分断面図、

【図 4】本発明の図 2 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 5】図 4 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 6】図 5 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 7】図 6 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 8】図 7 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 9】図 8 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 10】図 9 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 11】本発明の図 3 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 12】図 11 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 13】図 12 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 14】図 13 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 15】図 14 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 16】図 15 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 17】図 16 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

【図 18】従来における薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

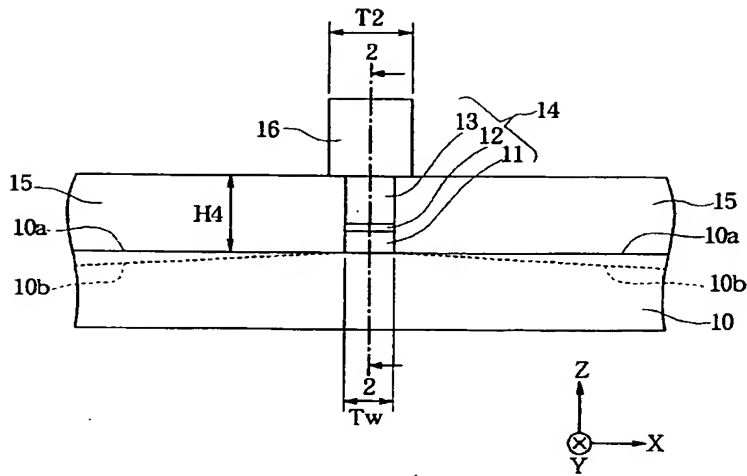
【図 19】図 18 に示す 19-19 線から切断した薄膜磁気ヘッドの部分断面図、

#### 【符号の説明】

- 10 下部コア層
- 11 下部磁極層
- 12 ギャップ層
- 13 上部磁極層
- 14 トラック幅規制部
- 15 絶縁層 (無機絶縁層)
- 16 上部コア層
- 17 コイル層
- 18 絶縁下地層
- 20 第 2 のコイル層
- 21 絶縁層
- 23 絶縁層 (有機絶縁層)
- 24 レジスト層

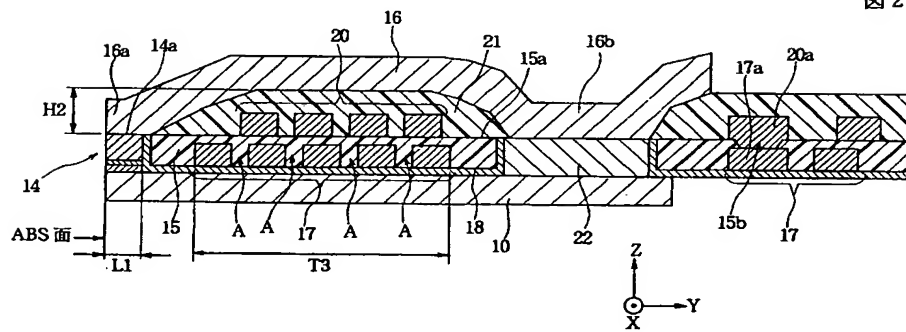
【図1】

図1



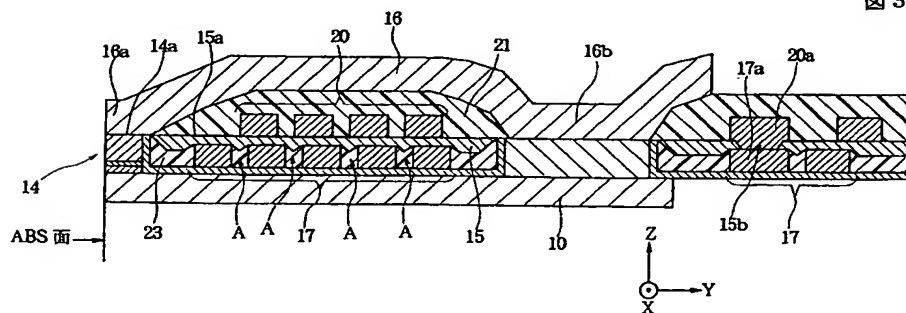
【図2】

図2



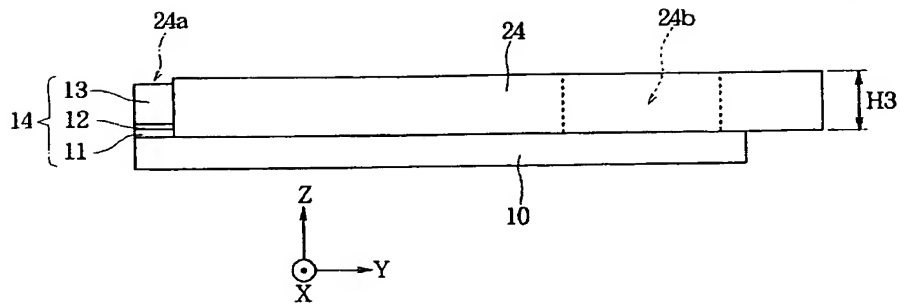
【図3】

図3



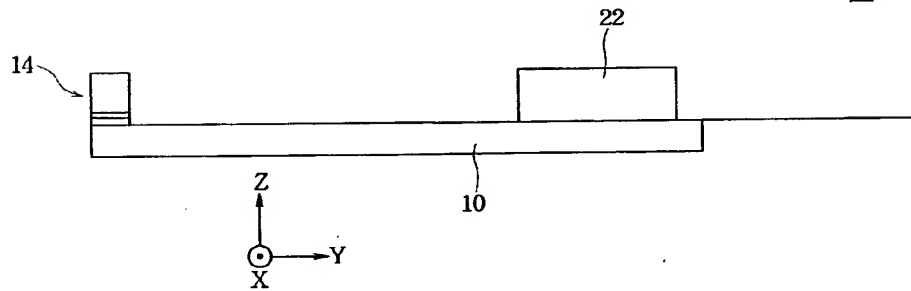
【図 4】

図 4



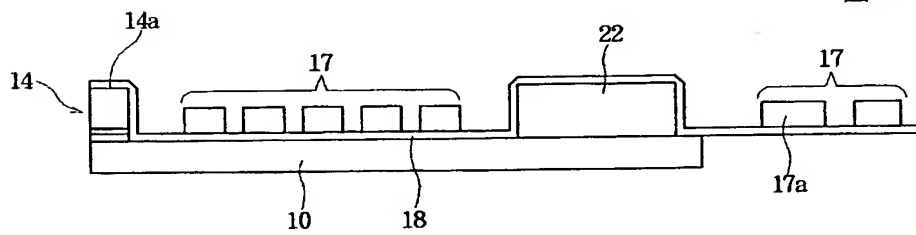
【図 5】

図 5



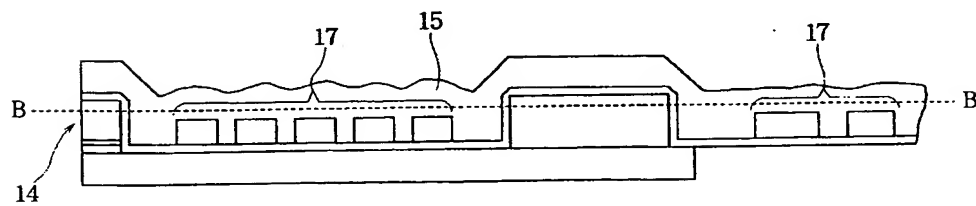
【図 6】

図 6



【図 7】

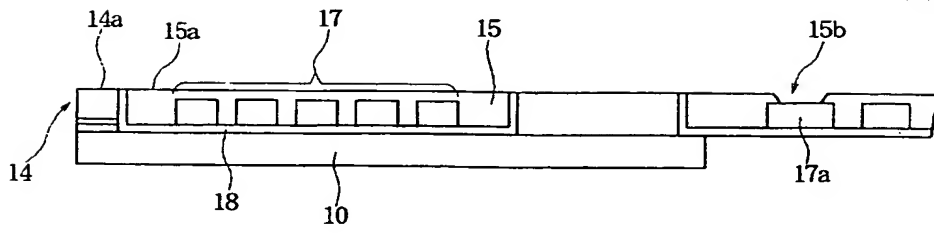
図 7





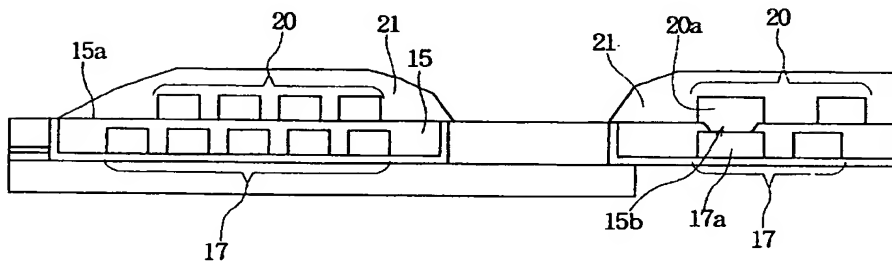
【図8】

図8



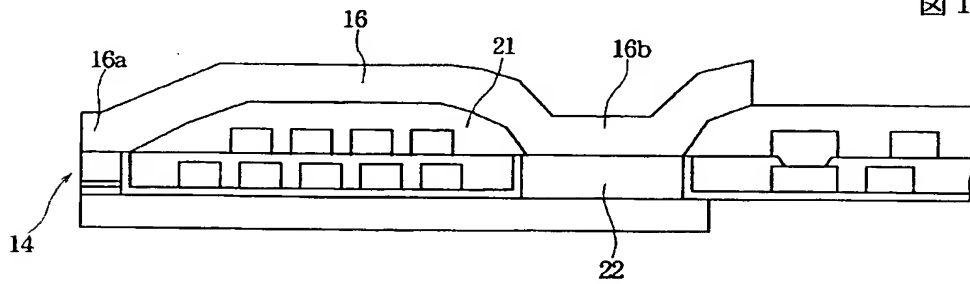
【図9】

図9



【図10】

図10



【図11】

図11

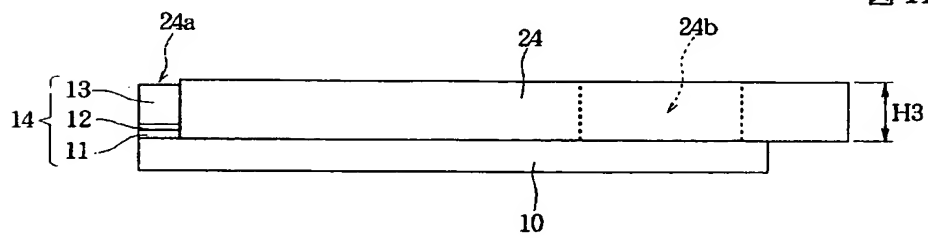
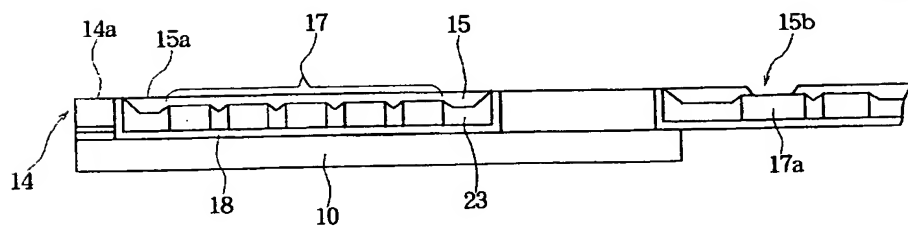
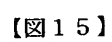
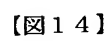
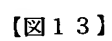
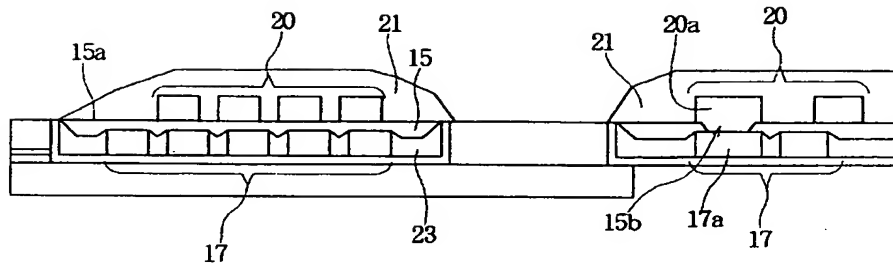


图 12



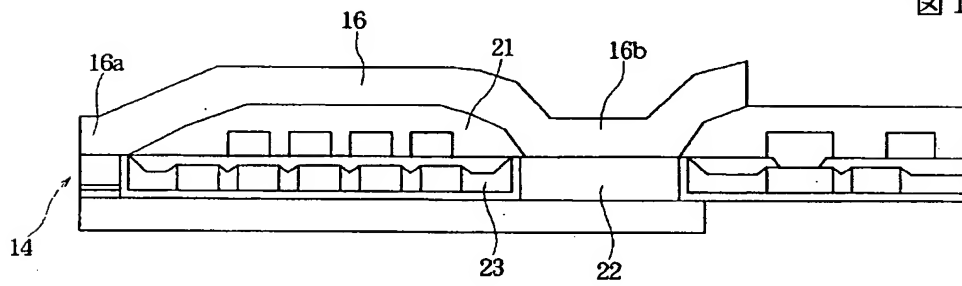
【図 16】

図 16



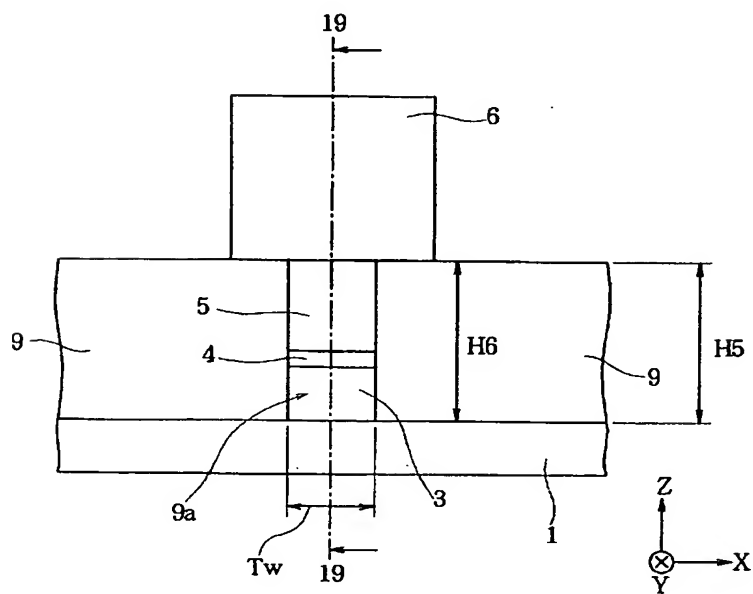
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



【図19】

図19

